

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-193049

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8417-4K

D 8417-4K

H 0 1 L 21/302

C

B

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁)

(21) 出願番号

特願平5-330965

(22) 出願日

平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72) 発明者 竹井 日出夫

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技術株式会社千葉超材料研究所内

(72) 発明者 黒田 高廣

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技術株式会社千葉超材料研究所内

(72) 発明者 川村 裕明

千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技術株式会社千葉超材料研究所内

(74) 代理人 弁理士 北村 欣一 (外2名)

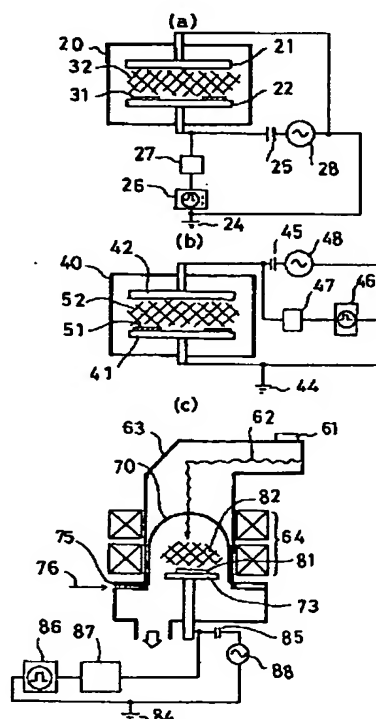
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング装置及びエッチング方法

(57) 【要約】

【目的】 チャージアップをすることなくエッチングできるエッチング装置及びエッチング方法を提供する。

【構成】 反応槽内に配置された電極22にプラズマ発生手段である交流電源28を接続し、前記電極に被エッチング物31を配置し、反応槽20に導入した反応ガスのプラズマ32によってドライエッチングを行う際、前記交流電源が接続された電極にパルス電源26を接続しておき、エッチングの際に正電圧パルスを印加することを特徴とするエッチング装置、及びエッチング方法。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応槽内の電極に配置した被エッチング物を反応ガスのプラズマによってエッチングするエッチング装置において、

前記電極に正電圧パルスを印加するパルス電源を接続したことを特徴とするエッチング装置。

【請求項2】 前記パルス電源は50Hz以上の周波数で前記正電圧パルスを発生することを特徴とする請求項1記載のエッチング装置。

【請求項3】 前記正電圧パルスを印加している間は前記反応ガスのプラズマの生成を停止することを特徴とする請求項1または請求項2記載のエッチング装置。

【請求項4】 反応槽内の電極に配置した被エッチング物を反応ガスのプラズマによってエッチングするエッチング方法において、

前記電極に正電圧パルスを印加することを特徴とするエッチング方法。

【請求項5】 前記正電圧パルスを50Hz以上の周波数で印加することを特徴とする請求項4記載のエッチング方法。

【請求項6】 前記正電圧パルスが発生している期間は前記プラズマの生成を停止することを特徴とする請求項4または請求項5記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はエッチング装置、及びエッチング方法に関し、特にプラズマによって被エッチング物をエッチングするエッチング装置、及びエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等の集積度の増大に伴って近年は、パターンの微細化による高密度化が急速に進展してきた。特に、DRAM等の技術分野では、ハーフミクロン以下の加工精度が要求されており、高精度加工に対応し得るエッチング技術が必要とされ、そのため、ドライエッチング技術が広く用いられている。

【0003】このドライエッチング技術とは、一般に、ガスプラズマを使用して被加工材料のマスキングされていない部分を選択的にエッチングする技術をいい、エッチングのうちには、プラズマ中の活性ガスの化学的作用によるものと、加速イオンの物理的作用によるものと、その両方の作用によるものとが含まれる。いずれの方法によっても、薬液を用いた、いわゆるウェットエッチング技術に比し、エッチングの異方性に優れているので、微細パターンの加工に最適であり、半導体産業では必須技術となっている。

【0004】このドライエッチング技術に用いられる装置は、その電極配置の相違やプラズマ発生方法の相違により、図5(a)から(d)のように大別されている。図5(a)の装置は「円筒型プラズマエッチング装置」、図5

(2)

特開平7-193049

2

(b)の装置は「リアクティブエッチング装置」、図(c)の装置は「ケミカルドライエッチング装置」、図(d)の装置は「マイクロ波プラズマエッチング装置」と呼ばれている。

【0005】図5(a)の円筒型プラズマエッチング装置a1は、反応槽e1の外部に電極c1を配置し、前記反応槽e1内部に配置された円筒b1中に被エッチング物であるウェハー基板w1を置き、前記電極c1に接続された交流電源d1によってRF放電を行ってプラズマを発生させ、前記ウェハー基板w1の表面を選択的にエッチングするものである。

【0006】図5(b)のリアクティブエッチング装置a2は、反応槽e2内に設けられたカソード電極c2上にウェハー基板w2を配置し、前記カソード電極d2に接続された交流電源d2によりRF放電を行ってプラズマを発生させ、前記ウェハー基板w2の表面を選択的にエッチングするものである。

【0007】図5(c)のケミカルドライエッチング装置a3は、導波管f3から導入されるマイクロ波g3によりプラズマを発生させ、該プラズマ中の活性ガスにより、反応槽e3内に配置されたウェハー基板w3の表面を選択的にエッチングするものである。

【0008】図5(d)のマイクロ波プラズマエッチング装置a4は、導波管f4により、マグネトロン電極h4で発生させたマイクロ波g4を反応槽e4内に導入してプラズマを発生させると共に、前記反応槽e4に電磁石j4で磁場を印加してプラズマの均一性を保ち、電極c4上に配置したウェハー基板w4に交流電源d4で交番電圧を印加しながらその表面を選択的にエッチングするものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術のドライエッチング装置によりエッチングを行う場合には、エッチング時に被エッチング物がチャージアップしてしまう。

【0010】このチャージアップの程度は、例えばMOS構造の半導体素子をエッチングした場合には、MOSキャパシタのフラットバンド電圧(Vfb)のシフト量 ΔV_{fb} で表すことができる。具体的には、図5(a)の円筒型プラズマエッチング装置では、ウェハー中心付近において絶対値で4.1Vだけの ΔV_{fb} が生じることが知られている。

【0011】このようなチャージアップが大きくなると、半導体素子等の被エッチング物の特性が劣化する他、ついにはアーク放電が発生して被エッチング物を損傷する場合等、不都合も多く、その解決が望まれていた。

【0012】本発明は上記従来技術の抱える問題点を解決すべく創作されたもので、その目的は、被エッチング物がチャージアップをすることなく、従って、被エッチ

3

ング物を損傷することなくエッチングできるエッチング装置、及びエッチング方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1記載の発明装置は、反応槽内の電極に配置した被エッチング物を反応ガスのプラズマによってエッチングするエッチング装置において、前記電極に正電圧パルスを加するパルス電源を接続したことを特徴とし、請求項2記載の発明装置は、請求項1記載のエッチング装置において、前記パルス電源は50Hz以上の周波数で前記正電圧パルスを発生することを特徴とし、請求項3記載の発明装置は、請求項1または請求項2記載のエッチング装置において、前記正電圧パルスを印加している間は前記反応ガスのプラズマの生成を停止することを特徴とし、請求項4記載の発明方法は、反応槽内の電極に配置した被エッチング物を反応ガスのプラズマによってエッチングするエッチング方法において、前記電極に正電圧パルスを印加することを特徴とし、請求項5記載の発明方法は、請求項4記載のエッチング方法において、前記正電圧パルスを50Hz以上の周波数で印加することを特徴とし、請求項6記載の発明方法は、請求項4または請求項5記載のエッチング方法において、前記正電圧パルスが発生している期間は前記プラズマの生成を停止することを特徴とする。

【0014】

【作用】本発明の原理を、高周波電源によりプラズマを発生する場合を例にとり、図面を用いて説明する。図4(a)は、被エッチング物をドライエッチングする状態を模式的に示した図である。1はシリコンウェハーやガラス基板等の基板であり、該基板1の表面には絶縁膜2と導電膜3が順に成膜されており、この導電膜3の表面にパターンニングしたレジスト膜4が成膜され、これを保護膜に使用して、前記導電膜3のドライエッチングを行う。

【0015】このドライエッチングに用いられるエッチング装置は、第1電極であるアノード電極8と、第2電極であるカソード電極6とを有し、前記アノード電極8と前記カソード電極6の間に交流電源5を接続し、前記アノード電極8をグラウンド10に接続して、接地電位としている。

【0016】前記カソード電極6上に前記基板1を配置し、図示しない反応槽内に反応ガスを導入し、約13.56MHzの周波数に設定された前記交流電源5が起動すると前記反応ガスのプラズマ9が発生する。

【0017】そして、前記プラズマ9のうち前記基板1の近傍にあるイオンシース(ion sheath)7から、前記導電膜3に反応ガスのイオンが供給され、ドライエッチングが開始される。

【0018】その際、前記交流電源5の周波数が高く、また、反応ガスのイオンの質量と電子の質量の差に起因

(3)

特開平7-193049

4

して両者の易動度も大きく異なるので、前記第2電極6上に配置された導電膜3近傍に電子雲が発生し、これにより、前記カソード電極6は自己バイアスされ、多くの場合負側へ電位がシフトする。このとき、前記基板1が絶縁物である場合には、前記導電膜3と前記カソード電極6との間には該基板1と前記絶縁膜2があるので、導電膜3は正電位にチャージアップしてしまう。すると、前記導電膜3上に位置する前記レジスト膜4と前記基板1は正電位にチャージアップする。

10 【0019】このようなチャージアップ現象は、交流電源が200kHz以上の高周波の場合に発生し、約13.56MHzの周波数を使用するドライエッチング装置では普通に観察される現象である。

【0020】そして、このチャージアップが進行すると、前記基板1の端面では、負電位にチャージアップしたカソード電極6と正電位にチャージアップした前記基板1との間で放電が発生する場合がある。また、前記基板1の中央部分では、正電位にチャージアップした前記レジスト膜4と負電位にチャージアップした導電膜3との間で沿面放電が発生し、これが成長してアーク放電に到る場合があり、これら放電が発生すると、素子の破壊を引き起こし、製品不良となる場合が多い。

20 【0021】また、沿面放電が発生しない場合でも、エッチングの進行に伴って、局所的にインピーダンスの小さい部分が生じ、この部分でアーク放電が発生したり、アーク放電に到らない場合でも、素子の機能が劣化したことがある。

30 【0022】図4(b)は本発明がこのようなチャージアップ現象を解消できる、電気的な原理を示した図である。

【0023】Vcathodeは、前記カソード電極6に印加される交流電圧の波形であり、Vp-pで示す電圧の大きさを持っている。このVcathodeに、Vpulseで示す波形の正電圧パルスを印加すると、その正電圧パルスに対応して、Icathodeのような電流が流れる。このIcathodeは、被エッチング物のチャージアップを解消する方向に流れる電流であるので、前記基板1、絶縁膜2、導電膜3、レジスト膜4のチャージアップが除去されることとなる。

40 【0024】このようなチャージアップ解消の原理は、高周波電源によりプラズマを発生させてエッチングを行う場合も、直流電源によりプラズマを発生させる場合も、マイクロ波によりプラズマを発生させる場合も同様である。

【0025】

【実施例】本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1(a)は本発明装置の第1の実施例であり、リアクティブエッチングを行うエッチング装置である。

50 【0026】図1(a)を参照して、20は反応槽であり、該反応槽20内に、第1電極21と、第2電極22

5

を設け、前記第2電極にブロッキングコンデンサ25を介して13、56MHzの交流電源28の一端を接続し、この交流電源28の他端と前記第1電極21をグラウンド24に接続して接地電位としたエッチング装置である。

【0027】前記第2電極に被エッチング物31を配置し、前記反応槽20内に反応ガスを導入し、前記交流電源28の起動によりプラズマ32を発生させ、このプラズマによってドライエッチングを行う。

【0028】パルス電源26の一端を、フィルター27を介して前記第2電極22に接続し、他端を前記グラウンド24に接続し、前記第2電極に正電圧パルスが印加されるように構成した。

【0029】図1(b)に、本発明の第2の実施例であるエッチング装置を示す。

【0030】図1(b)に示したものは、反応槽40内に、第1電極41と、第2電極42を設け、前記第2電極にブロッキングコンデンサ45を介して13、56MHzの交流電源48の一端を接続し、この交流電源48の他端と前記第1電極41をグラウンド44に接続して接地電位とし、前記第1電極41に被エッチング物51を配置し、前記反応槽40内に反応ガスを導入し、前記交流電源48の起動によりプラズマ52を発生させ、このプラズマによってドライエッチングを行うエッチング装置であり、前記図1(a)に示した装置と異なるところは、接地電位にある前記第1電極上に被エッチング物51が配置されている点にある。

【0031】前記第1の実施例と同様に、パルス電源46の一端を、フィルター47を介して前記第2電極42に接続し、他端を前記グラウンド44に接続し、前記第2電極に正電圧パルスが印加されるように構成した。

【0032】図1(c)に本発明の第3の実施例のエッチング装置を示す。図1(c)に示したエッチング装置は本発明をマグネトロンRIE方式の装置に適用した場合である。

【0033】図1(c)を参照して、61はプラズマ生成手段であるマグネトロンであり、該マグネトロン61で発生したマイクロ波62は、導波管63により、反応槽70内に導かれる。このとき、電界と直交する磁界がソレノイドコイル64により与えられているので、電子はサイクロイド運動を行い、1Pa程度の低圧力下でも高密度のプラズマ82を発生させることができる。

【0034】この反応槽70内には、第3電極73が設けられており、該第3電極73上には被エッチング物81が配置され、ガス導入孔75から導入した反応ガス76のプラズマ82により、前記被エッチング物81のリアクティブイオンエッチングを行う。

【0035】前記第3電極73には、ブロッキングコンデンサ85を介して13、56MHzの交流電源88の一端が接続されており、その他端はグラウンド84に接

(4)

特開平7-193049

6

続され、接地電位におかれている。

【0036】また、この第3電極73には、パルス電源86の一端がフィルター87を介して接続され、その他端が前記グラウンド84に接続され、前記第3電極に正電圧パルスが印加されるように構成している。

【0037】これらパルス電源26、46、86の設定条件の具体的な例として、パルス周波数10kHz、パルス印加時間10 μ sec、印加電圧10～30Vの条件が挙げられる。

【0038】図2に、前記パルス電源26、46、86の周波数と、前記被エッチング物31、51、81内に配置されたMNOSキャパシタのフラットバンド電圧(Vfb)のシフト量 ΔV_{fb} との関係を示す。周波数が50Hz以上で ΔV_{fb} を小さくすることができることが分かる。従って、50Hz以上の周波数で正電圧パルスを印加する場合には、チャージアップは解消され、被エッチング物に損傷は見られない。

【0039】このときの反応ガスはCF₄ガスとO₂ガスの混合物であり、流量は300SCCM、圧力は20mTorrであり、rfパワー(rf-Power density)は、1W/cm²であった。

【0040】また、rfパワーと、前記フラットバンド電圧のシフト量 ΔV_{fb} との関係を図3(a)に示す。曲線L1と曲線L2は、正電圧パルスを印加しない従来技術のエッチングの場合であり、rfパワーが大きくなると ΔV_{fb} の絶対値も大きくなっていく。

【0041】曲線L3と曲線L4は、本発明装置によるエッチングの場合であり、正電圧パルスを印加した場合には、rfパワーを大きくしても ΔV_{fb} は大きくならないことが分かる。

【0042】なお、曲線L1と曲線L3は圧力20mTorr、曲線L2と曲線L4は圧力50mTorrにおける実測値であり、このときの反応ガスには、CF₄ガスとO₂ガス(10%)の混合物を用いた。また、正電圧パルスを印加するパルス電源26、46、86のパルス周波数は10kHz、パルス波高値は20Vに設定してエッチングを行った。

【0043】このように、被エッチング物のチャージアップが防止できる結果、静電気によって被エッチング物31、51、81に付着するパーティクル数が激減した。図3(b)に、エッチング実行回数(Run回数)と、被エッチング物に付着する $\phi 0.3\mu$ 以上のパーティクル数との関係を示す。

【0044】曲線L11は、従来技術のエッチングの場合であり、曲線L12は本発明装置によるエッチングの場合である。本発明によれば、パーティクル数を小さくできることが分かる。なお、被エッチング物の測定面積は700cm²であり、このときは、クラス1000のクリーンルーム内で大気開放後に測定をおこなった。

【0045】なお、正電圧パルスを印加する際に、プラ

7

ズマの生成を停止するようにすれば、特に効果的にチャージアップの解消ができることが確認されている。

【0046】以上の実施例において、パルス電源と交流電源とをグラウンドに接続し、接地電位としたが、この接地電位は基準となる電位をどの電位とするかで変わり得る相対的なものであり、例えば地球の電位であるアース電位でもよいし、その電位に直流的なバイアス電圧がかけられた電位でもよい。また、本発明は前記交流電源と前記パルス電源とを同じ電位に接続する場合には限定されず、いずれか一方または両方に直流的なバイアス電圧を印加するエッチング装置、エッチング方法も本発明に含まれる。

【0047】図6(a)はTCP(transformer coupled plasma)装置に本発明を適用した一実施例を示す。

【0048】図6(a)を参照して、109はプラズマ生成手段である高周波電源であり、誘電板100を介して高密度プラズマ102を発生させる。被エッチング物101は第3電極103上に置かれており、該第3電極には高周波電源108が接続されている。この第3電極にはフィルター107を介してパルス電源106が接続されている。

【0049】図6(b)はヘリコンプラズマエッチング装置に本発明を適用した場合の一実施例を示す。図6(b)を参照して、119はプラズマ生成手段であるコイルであり、高密度プラズマ112を発生させる。被エッチング物111は第3電極113上に置かれており、該第3電極には高周波電源118が接続されている。この第3電極にはフィルター117を介してパルス電源116が接続されている。

【0050】図6(a)、(b)のいずれの場合もパルス電源106、116によってパルスを印加すれば、被エッチング物101、111のチャージアップを解消することができる。

【0051】なお、本発明は、高周波電源やマイクロ波等でプラズマを生成する場合には限定されず、誘導励起

(5)

特開平7-193049

8

等のプラズマ励起手段や直流電源でプラズマを発生するエッチング装置にも適用できることは言うまでもない。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、エッチング中に被エッチング物のチャージアップを解消することができるので、被エッチング物が損傷したり、ダメージを受けたりするようなことがない。

【0053】また、パーティクルの付着を防止できるので、製品歩留まりを向上させることができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)本発明装置の第1の実施例、(b)第2の実施例、(c)第3の実施例

【図2】 本発明のパルス電源の周波数とフラットバンド電圧のシフト量の関係を示したグラフ

【図3】 (a)rfパワーとフラットバンド電圧のシフト量の関係を示したグラフ、(b)Run回数と付着パーティクル数との関係を示したグラフ

20 【図4】 (a)被エッチング物にチャージアップが生じる原理図、(b)本発明によりチャージアップが解消される原理を電流波形で示した図

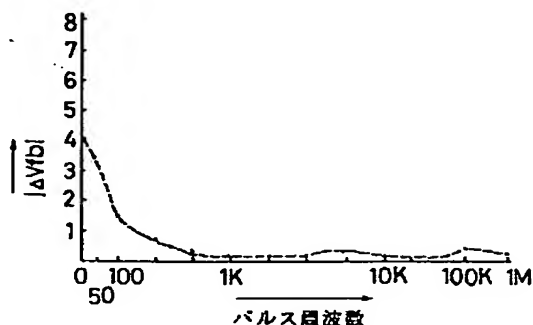
【図5】 従来技術による各種のエッチング装置を示した図

【図6】 (a)本発明の第4の実施例、(b)第5の実施例

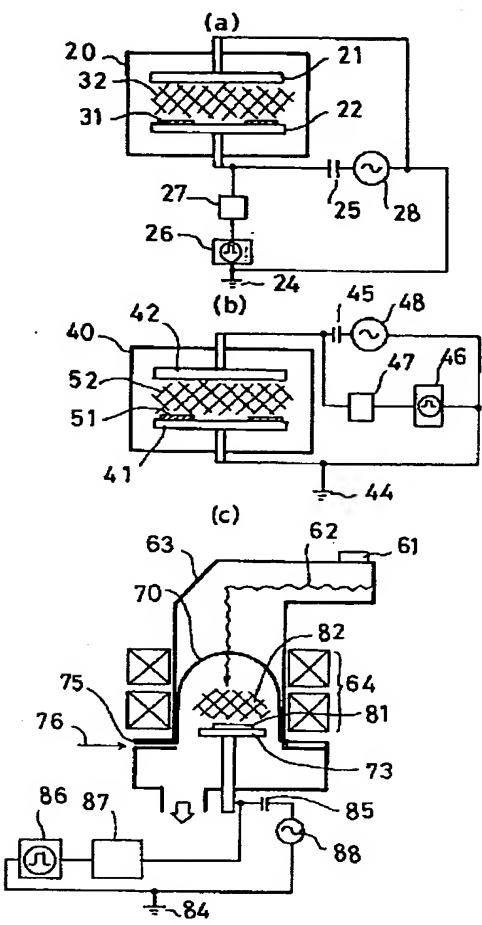
【符号の説明】

21、51……第1電極 22、52……第2電極
73、103、113……第3電極 20、40、70……反応槽
26、46、86、106、116……パルス電源
28、48、88……交流電源 31、51、81……被エッチング物
32、52、82、102、112……反応ガスのプラズマ
61、109、119……プラズマ生成手段

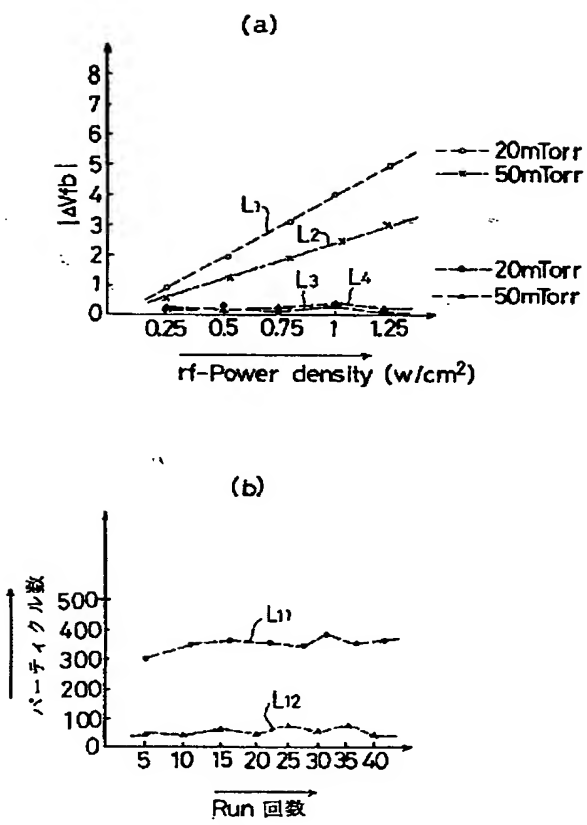
【図2】



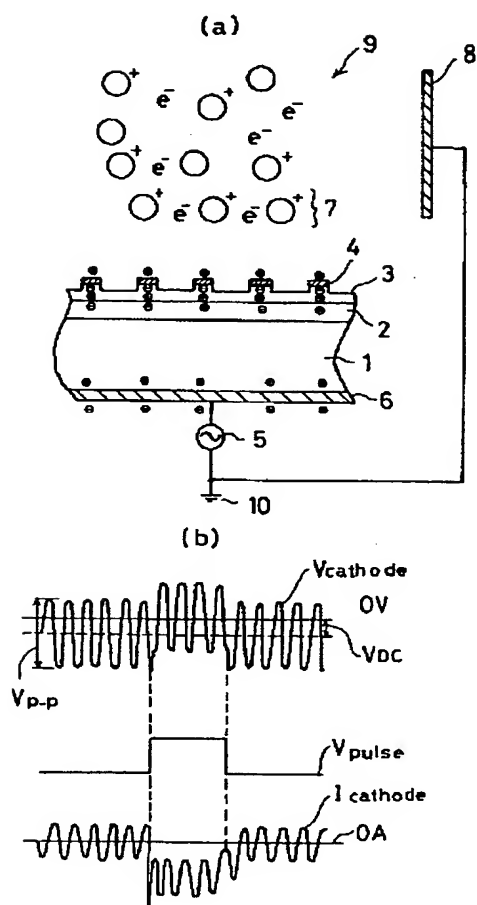
【図 1】



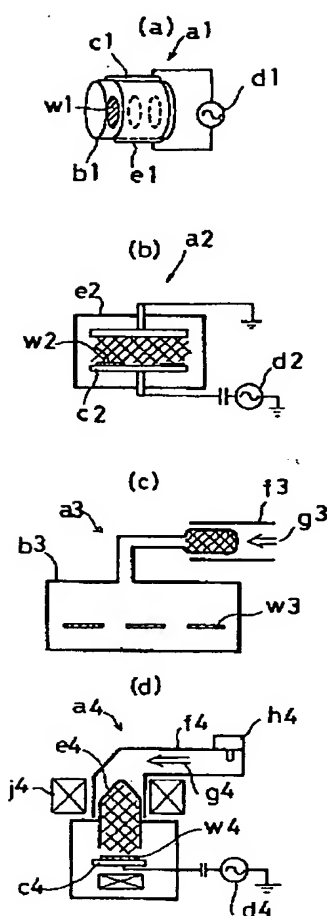
【図 3】



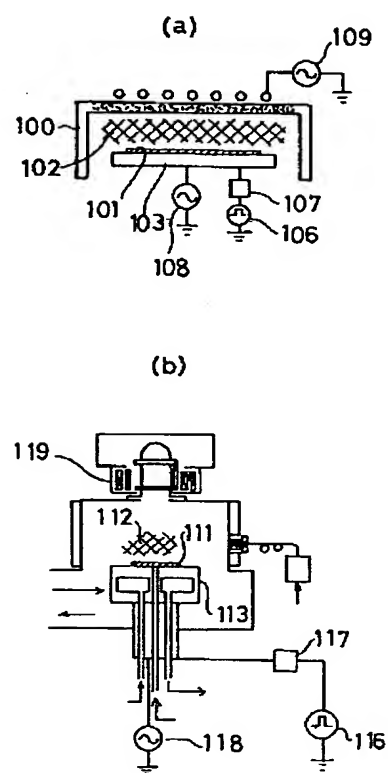
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 久三
千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技
術株式会社千葉超材料研究所内

(72)発明者 太田 賀文
千葉県山武郡山武町横田523 日本真空技
術株式会社千葉超材料研究所内